เอกสารวิชาการฉบับที่ ๙/๒๕๖๕

Technical Paper No. 9/2022

การอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน

Nursing of Striped Snakehead, *Channa striata* (Bloch,1793) from 3 cm to 5 cm in Cement Tank with Different Stocking Densities

อภิญญา วงษ์กุหลาบ Aphinya Wongkularb

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด
กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Inland Aquaculture Research and Development Division
Department of Fisheries
Ministry of Agriculture and Cooperatives

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๙/๒๕๖๕ Technical Paper No. 9/2022

การอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน

Nursing of Striped Snakehead, *Channa striata* (Bloch,1793) from 3 cm to 5 cm in Cement Tank with Different Stocking Densities

อภิญญา วงษ์กุหลาบ Aphinya Wongkularb

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดสิงห์บุรี Sing Buri Inland Aquaculture Research and Development

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด Inland Aquaculture Research and Development Division

กรมประมง Department of Fisheries

๒๕๖๕ 2022

รหัสทะเบียนวิจัย 62-1-0315-62051

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	3
วิธีการดำเนินการ	4
1. การวางแผนการศึกษา	4
2. วิธีดำเนินการทดลอง	4
3. การวิเคราะห์ข้อมูล	9
ผลการศึกษา	12
1. การเจริญเติบโต	12
2. ปริมาณอาหารที่กิน	15
3. อัตราการรอดตาย	16
4. คุณภาพน้ำ	16
5. ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทน	17
วิจารณ์ผลการศึกษา	22
สรุปผลการศึกษา	25
ข้อเสนอแนะ	26
คำขอบคุณ	27
เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก	30

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 จำนวนลูกปลาช่อนในแต่ละชุดการทดลอง 8
2 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) และน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลาช่อนที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 13
3 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของลูกปลาช่อนที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 13
4 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลาช่อนที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 14
5 ค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการรอดตายในการอนุบาลลูกปลาช่อนในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 16
6 คุณภาพน้ำในการอนุบาลลูกปลาช่อนในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 17
7 ต้นทุนการผลิต (บาทต่อบ่อ) ในการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 19

ตารางผนวกที่

1 องค์ประกอบทางเคมี (Chemical composition) ของอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 30

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1ก	แสดงการปล่อยให้พ่อแม่พันธุ์ปลาช่อนหลังฉีดฮอร์โมนเพื่อผสมพันธุ์	5
1ข	แสดงการวางถังและปิดฝาถังผสมพันธุ์เพื่อให้พ่อแม่พันธุ์ปลาช่อนผสมพันธุ์และวางไข่	5
2ก	แสดงไข่ปลาช่อนที่ได้จากการผสมพันธุ์	5
2ข	แสดงการอนุบาลลูกปลาช่อนเพื่อฟักไข่ในถังไฟเบอร์	5
3	แสดงลูกปลาช่อนฟักตัวในถังฟัก	6
4	แสดงการตักไข่เสียที่ลอยขึ้นมาออกจากถัง	6
5	แสดงลูกปลาช่อนวัยอ่อนก่อนลงอนุบาลในบ่อดิน	6
6	แสดงการให้อาหารลูกปลาช่อนในบ่อดิน ซึ่งบ่อมีตาข่ายคลุมบ่อเพื่อป้องกันศัตรูปลา	7
7ก	แสดงการนำลูกปลาช่อนขึ้นจากบ่อดินเพื่ออนุบาลต่อในบ่อซีเมนต์	7
7ข	แสดงลูกปลาช่อนที่ขึ้นจากบ่อดินเพื่ออนุบาลต่อในบ่อซีเมนต์	7
8	แสดงบ่อซีเมนต์ในการอนุบาลลูกปลาช่อน โดยมีที่กั้นปลาเพื่อป้องกันลูกปลาช่อนหลุดรอด	8
9	แสดงความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของลูกปลาช่อนที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน	13
10	แสดงน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลาช่อนที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน	14

ภาพผนวกที่

1	แสดงลูกปลาช่อนที่เริ่มใช้ในการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน	30
2	แสดงการปล่อยลูกปลาช่อนในการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน	30
3	แสดงการทำความสะอาดบ่ออนุบาลและการป้องกันการหลุดรอดของลูกปลาช่อนระหว่างการเปลี่ยนถ่ายน้ำระหว่างการอนุบาลลูกปลาช่อน จากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน	31
4	แสดงผลผลิตลูกปลาช่อนที่อนุบาลเป็นระยะเวลา 15 วัน ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (ก), 1,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (ข), 2,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (ค) และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (ง)	31
5	แสดงการคัดขนาดลูกปลาช่อนก่อนอนุบาลลูกปลาช่อน (ก) และหลังอนุบาลลูกปลาช่อน (ข)	32

การอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน

อภิญญา วงษ์กุหลาบ
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดสิงห์บุรี

บทคัดย่อ

การอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดสิงห์บุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกรกฎาคม 2562 โดยอนุบาลลูกปลาช่อน ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 3.23±0.25 เซนติเมตร และน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.35±0.12 ตามลำดับ ด้วยอัตราความหนาแน่น 500 1,000 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ในบ่อซีเมนต์ขนาด 2x3x1 เมตร ที่ระดับน้ำสูง 0.30 เมตร ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำสำหรับปลาน้ำจืดกินเนื้อขนาดเล็กที่มีโปรตีน 41.73 เปอร์เซ็นต์ วันละ 3 ครั้ง เวลา 07.00, 13.00 และ 19.00 น. เป็นระยะเวลา 15 วัน โดยให้ลูกปลากินจนอิ่ม ผลการทดลอง พบว่า ลูกปลาช่อนมีความยาวสุดท้ายเฉลี่ย เท่ากับ 6.10±0.14, 5.94±0.19, 5.67±0.04 และ 5.59±0.25 เซนติเมตร ตามลำดับ น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 1.97±0.21, 1.78±0.16, 1.51±0.07 และ 1.46±0.20 กรัม อัตราการรอดตายเฉลี่ย ร้อยละ 97.96±1.16, 94.20±4.97, 91.58±1.16 และ 90.41±5.28 และปริมาณอาหารที่กินเท่ากับ 2.18±1.16, 1.55±0.15, 1.04±0.21 และ 1.15±0.12 กรัมต่อตัว ตามลำดับ การอนุบาลลูกปลาช่อนด้วยอัตราความหนาแน่นที่ต่างกันส่งผลให้ลูกปลามีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความยาวสุดท้าย น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่มต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะใกล้เคียงกันกับการอนุบาลด้วยความหนาแน่น 1,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ($p>0.05$) แต่สูงกว่าการอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีปริมาณอาหารที่กินมากกว่าอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่ลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ มีอัตราการรอดตายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า การอนุบาลลูกปลาช่อนด้วยอัตราความหนาแน่น 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีรายได้ทั้งหมดและกำไรสุทธิสูงที่สุด เป็นระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมกับการลงทุนมากที่สุด

คำสำคัญ: ปลาช่อน, อนุบาล, อัตราความหนาแน่น

---

*ผู้รับผิดชอบ: 223 หมู่ 4 ตำบลม่วงหมู่ อำเภอเมืองสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี 16000 โทร 0 3655 1011
E-mail: if-singburi@hotmail.com

Nursing of Striped Snakehead, *Channa striata* (Bloch,1793) from 3 cm to 5 cm in Cement Tank with Different Stocking Densities

Aphinya Wongkularb

Sing Buri Inland Aquaculture Research and Development Center

Abstract

Nursing of Striped Snakehead, *Channa striata* (Bloch,1793) from 3 cm to 5 cm in cement tank with different stocking densities was studied at Sing Buri Inland Aquaculture Research and Development Center during June to July 2019. Fish with initial length of 3.23±0.25 cm and initial weights of 0.35±0.12 g were stocked in cement tank (2x3x1 meter, water depth 0.30 meter) at stocking densities of 500, 1,000 2,000 and 3,000 fish/m^3. Fish were fed to satiation 3 times/day with 41.73% protein floating pellet for 15 days.

The results showed that average total lengths were 6.10±0.14, 5.94±0.19, 5.67±0.04 and 5.59±0.25 cm, average weights were 1.97±0.21, 1.78±0.16, 1.51±0.07 and 1.46±0.20 g, average survival rates were 97.96±1.16, 94.20±4.97, 91.58±1.16 and 90.41±5.28% and total feed intake were 2.18±1.16, 1.55±0.15, 1.04±0.21 and 1.15±0.12 g/fish, respectively. Average final lengths, final weights, daily weight gain and specific growth rate of fish at the stocking density of 500 fish/m^3 and 1,000 fish/ m^3 were not significant difference ($p>0.05$) but it was higher than fish at the stocking density of 2,000 and 3,000 fish/m^3 ($p<0.05$). Total feed intake of fish at the stocking density of 500 fish/m^3 was higher than 1,000 2,000 and 3,000 fish/m^3 ($p<0.05$). Survival rate of fish at different stocking densities were not significantly difference ($p>0.05$). In conclusion, the stocking density of 3,000 fish/m^3 was optimum for nursing of Striped Snakehead when the total income and net profit was considered.

Keywords: Striped snakehead, *Channa striata* (Bloch, 1793), Nursing, Stocking Density

*Corresponding author: 223 Moo 4, Muang Mu, Mueang District, Sing Buri Province 16000
Tel. 0 3655 1011 E-mail: if-singburi@hotmail.com

คำนำ

ปลาช่อนเป็นปลาน้ำจืดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ แต่ปริมาณปริมาณปลาช่อนไม่เพียงพอต่อการบริโภค เนื่องจากปริมาณผลผลิตปลาช่อนทั้งที่จับจากธรรมชาติและจากการเพาะเลี้ยงมีแนวโน้มลดลงตั้งแต่ปี 2554-2562 โดยในปี 2562 ปริมาณปลาช่อนที่จับได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติมีเพียง 7,900 ตัน คิดเป็นมูลค่า 734.2 ล้านบาท (กลุ่มสถิติการประมง, 2564ก) เช่นเดียวกับปลาช่อนจากการเพาะเลี้ยงมีปริมาณ 1,700 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,28.5 ล้านบาท (กลุ่มสถิติการประมง, 2564ข) ส่งผลให้ประเทศไทยจึงมีการนำเข้าปลาช่อนจากต่างประเทศเพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภค ในปี 2562 มีการนำเข้าปริมาณ 2,876 ตัน คิดเป็นมูลค่า 117.22 ล้านบาท (กองควบคุมการค้าสัตว์น้ำและปัจจัยการผลิต, 2563) อีกทั้งการเลี้ยงปลาช่อนของเกษตรกรส่วนใหญ่มักประสบปัญหาต้นทุนการผลิตสูง และราคาผลผลิตตกต่ำ และมีความผันผวน เสี่ยงต่อการขาดทุน ทำให้เกษตรกรบางรายหยุดพักการเลี้ยงหรือเลิกเลี้ยงปลาช่อนเปลี่ยนไปเลี้ยงสัตว์น้ำชนิดอื่นที่มีผลตอบแทนสูงกว่าหรือหาช่องทางลดต้นทุน โดยรวบรวมลูกพันธุ์ปลาช่อนจากแหล่งน้ำธรรมชาติแล้วปล่อยลงบ่อเลี้ยง และมีเกษตรกรบางรายนำลูกปลาที่รวบรวมได้มาอนุบาลในกระชังเพื่อให้ลูกปลามีความแข็งแรงจึงปล่อยลงบ่อ (ปรียาวรรณ, 2538) ซึ่งการรวบรวมลูกพันธุ์ปลาช่อนจากธรรมชาติยังประสบปัญหาในเรื่องของลูกพันธุ์ไม่เพียงพอต่อความต้องการเลี้ยง มีจำนวนไม่แน่นอน ลูกพันธุ์มีขนาดไม่สม่ำเสมอ และปรับสภาพการกินอาหารเม็ดสำเร็จรูปได้ยาก อีกทั้งปลาช่อนเป็นปลากินเนื้อ หากปริมาณอาหารไม่เพียงพอ ขนาดปลาที่เลี้ยงจะมีขนาดแตกต่างกัน อัตราปล่อยที่หนาแน่นมากเกินไป ทำให้เกิดปัญหากินกันเอง ส่งผลต่อศักยภาพการผลิต เพื่อเพิ่มผลผลิตโดยการปล่อยลูกพันธุ์ปลาช่อนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อเพิ่มอัตราการรอดตายของปลาช่อน ลดระยะเวลาในการเลี้ยง ซึ่งเป็นแนวทางในการช่วยลดต้นทุนการผลิต

ด้วยเหตุดังกล่าว ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดสิงห์บุรี จึงเล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาวิจัยเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตปลาช่อนให้มีศักยภาพสูงสุด โดยได้ทำการศึกษาการอนุบาลลูกปลาช่อน ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน โดยปล่อยลูกปลาช่อนขนาด 3 เซนติเมตร อนุบาลให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร เพื่อเป็นแนวทางการอนุบาลลูกปลาช่อนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ให้สามารถผลิตลูกปลาช่อนได้เพียงพอสำหรับรองรับความต้องการของเกษตรกร และเพื่อเป็นการพัฒนาแนวทางการเลี้ยงปลาช่อนเชิงพาณิชย์ให้มีความก้าวหน้าและมั่นคงต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อทราบความหนาแน่นที่เหมาะสมโดยพิจารณาอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และต้นทุนผลตอบแทนในการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน

วิธีการดำเนินการ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเพื่อหาความหนาแน่นที่เหมาะสมโดยพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย และเพื่อวิเคราะห์ต้นทุนในการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน มีขอบเขตการศึกษา และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวางแผนการศึกษา

1.1 การวางแผนการทดลอง

การศึกษาการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อัตราความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร

ชุดการทดลองที่ 2 อัตราความหนาแน่น 1,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร

ชุดการทดลองที่ 3 อัตราความหนาแน่น 2,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร

ชุดการทดลองที่ 4 อัตราความหนาแน่น 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร

1.2 สถานที่และระยะเวลาการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่บริเวณโรงเพาะฟักของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดสิงห์บุรี ระยะเวลาการทดลองระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนกรกฎาคม 2562

2. วิธีดำเนินการทดลอง

2.1 การเตรียมปลาทดลอง

ลูกปลาช่อนที่ทดลองเป็นลูกปลาที่ได้จากการเพาะพันธุ์โดยวิธีการฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ และอนุบาลในรุ่นเดียวกันภายในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดสิงห์บุรีในเดือนพฤษภาคม 2562 โดยคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ปลาช่อน จำนวน 40 คู่ มาฉีดฮอร์โมนเพื่อกระตุ้นการวางไข่และปล่อยให้ผสมพันธุ์กันเองแบบธรรมชาติ การฉีดฮอร์โมนกระตุ้นแม่พันธุ์โดยใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ Buserelin acetate ระดับความเข้มข้น 30 ไมโครกรัมต่อแม่ปลา 1 กิโลกรัมร่วมกับ Domperidone 10 มิลลิกรัมต่อแม่ปลา 1 กิโลกรัม ส่วนพ่อพันธุ์ใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ Buserelin acetate ที่ระดับความเข้มข้น 15 ไมโครกรัมต่อพ่อปลา 1 กิโลกรัม ร่วมกับ Domperidone 10 มิลลิกรัมต่อพ่อปลา 1 กิโลกรัม หลังฉีดฮอร์โมนแล้วปล่อยให้พ่อแม่พันธุ์ อัตราส่วน 1:1 ลงในถังพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร ความลึกของน้ำ 30 เซนติเมตร โดยปิดฝาเพื่อป้องกันปลาช่อนกระโดดออกจากถัง (ภาพที่ 1ก และ ภาพที่ 1ข) ภายในเวลา 24 ชั่วโมง พ่อแม่พันธุ์ปลาจะผสมพันธุ์กันโดยเพศผู้จะรัดลำตัวเพศเมีย เพื่อให้ไข่ออกมา ระหว่างนั้นเพศผู้จะฉีดน้ำเชื้อไปด้วยเพื่อผสมกับไข่ ถังเพาะควรอยู่ในที่เงียบสงบไม่พลุกพล่าน ไม่มีเสียงดังรบกวน

ภาพที่ 1ก แสดงการปล่อยให้พ่อแม่พันธุ์ปลาช่อนหลังฉีดฮอร์โมนเพื่อผสมพันธุ์

ภาพที่ 1ข แสดงการวางถังและปิดฝาถังผสมพันธุ์เพื่อให้พ่อแม่พันธุ์ปลาช่อนผสมพันธุ์และวางไข่

ภาพที่ 2ก แสดงไข่ปลาช่อนที่ได้จากการผสมพันธุ์

ภาพที่ 2ข แสดงการอนุบาลลูกปลาช่อนเพื่อฟักไข่ในถังไฟเบอร์

เมื่อครบเวลา 24 ชั่วโมง แล้วให้เปิดฝาถังเพื่อย้ายไข่ไปยังถังไฟเบอร์ ขนาด 2 ตัน เพื่อฟักไข่และอนุบาลลูกปลาช่อน เป็นเวลา 6 วัน โดยวันที่ 1 และ 2 ไม่ต้องเปิดน้ำและออกซิเจน วันที่ 3 เริ่มเปิดน้ำผ่านเบาๆ และตักไข่เสียออก ซึ่งไข่ปลาช่อนฟักเป็นตัวใช้เวลา 24-36 ชั่วโมง ถุงไข่แดงยุบใช้เวลา 1-2 วัน หลังจากถุงไข่แดงเริ่มยุบ ในวันที่ 4 ลูกปลาเริ่มฟักเป็นตัว และเริ่มจมให้ไข่แดงต้มสุก เปิดออกซิเจน และเปิดความแรงน้ำเพิ่มขึ้น วันที่ 5 ให้ไรแดงและไข่แดงต้มสุก สังเกตลูกปลาจะจมลงก้นถังและว่ายวนรอบๆ ถัง และวันที่ 6 เตรียมนำลูกปลาช่อนย้ายลงอนุบาลในบ่อดินขนาด 800 ตารางเมตร จำนวน 1 บ่อ ซึ่งการเตรียมบ่อดินในการอนุบาลโดยการสูบน้ำให้แห้ง แล้วสาดจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงให้ทั่วพื้นบ่อ โดยใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง จำนวน 3 ลิตร ละลายน้ำสาดให้ทั่วบ่อ เพื่อช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ป้องกันโรค ซึ่งมีสาเหตุเกิดจากแบคทีเรีย และสามารถใช้เป็นอาหารของตัวอ่อนสัตว์น้ำได้ ตากบ่อประมาณ 3 วัน และเติมน้ำเข้าบ่อผ่านมุ้งเขียวขนาด 20 ช่องตาต่อนิ้ว ให้น้ำมีระดับประมาณ 70 เซนติเมตร

ภาพที่ 3 แสดงลูกปลาช่อนฟักตัวในถังฟัก

ภาพที่ 4 แสดงการตักไข่เสียที่ลอยขึ้นมาออกจากถัง

ภาพที่ 5 แสดงลูกปลาช่อนวัยอ่อนก่อนลงอนุบาลในบ่อดิน

เมื่อเตรียมบ่อดินเพื่ออนุบาลลูกปลาแล้วนำลูกปลาช่อนปล่อยลงบ่อในช่วงเช้า ในระยะ 3 วันแรก ให้ปลาป่น:รำละเอียด:อาหารปลาวัยอ่อนชนิดผงที่มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วน 200:300:500 กรัม วันละ 2 ครั้ง ในช่วงเช้าและบ่าย และในช่วงวันที่ 2 และวันที่ 3 ให้ไรแดงเสริม วันละ 1 กิโลกรัม ตั้งแต่วันที่ 4-8 เริ่มให้ปลาป่น:รำละเอียด:อาหารปลาวัยอ่อนชนิดผง:อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำสำหรับปลาน้ำจืดกินเนื้อขนาดเล็กที่มีโปรตีน 41.73 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วน 200:300:300:500 กรัม วันละ 2 ครั้ง ในช่วงเช้าและบ่าย และวันที่ 9-12 ให้ปลาป่น:รำละเอียด:อาหารปลาวัยอ่อนชนิดผง:อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำสำหรับอาหารปลาน้ำจืดกินเนื้อขนาดเล็กที่มีโปรตีน 41.73 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วน 200:300:300:1,000 กรัม วันละ 2 ครั้ง

ในช่วงเช้าและบ่าย โดยวันที่ 4, 7 และ 12 ให้ไรแดงเสริมวันละ 2 กิโลกรัม อนุบาลลูกปลาช่อนในบ่อดินจนมีอายุ 15 วัน ลูกปลาจะมีขนาด 2-3 เซนติเมตร นำขึ้นมาอนุบาลต่อในบ่อซีเมนต์ การให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำสำหรับปลาน้ำจืดกินเนื้อขนาดเล็กในระยะแรกจะต้องแช่น้ำให้นุ่มให้พอประมาณเพื่อปรับให้ลูกปลาฝึกหัดกินก่อนขึ้นบ่อซีเมนต์

ภาพที่ 6 แสดงการให้อาหารลูกปลาช่อนในบ่อดิน ซึ่งมีตาข่ายคลุมบ่อเพื่อป้องกันศัตรูปลา

ภาพที่ 7ก แสดงการนำลูกปลาช่อนขึ้นจากบ่อดิน เพื่ออนุบาลต่อในบ่อซีเมนต์

ภาพที่ 7ข แสดงลูกปลาช่อนที่ขึ้นจากบ่อดิน เพื่ออนุบาลต่อในบ่อซีเมนต์

ลูกปลาที่อนุบาลในบ่อดินขึ้นมาอนุบาลต่อในบ่อซีเมนต์ ขนาด 2x3x1 เมตร เป็นระยะเวลา 9 วัน (รวมอายุปลา 24 วัน) เพื่ออนุบาลลูกปลาให้ได้ขนาดใกล้เคียงกันประมาณ 3 เซนติเมตรขึ้นไป และให้ลูกปลาปรับตัวให้คุ้นเคยกับสภาพบ่อซีเมนต์ โดยฝึกให้กินอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำสำหรับปลาน้ำจืดกินเนื้อขนาดเล็ก (ขนาด 1,500-1,860 ไมครอน) ที่มีโปรตีน 41.73 เปอร์เซ็นต์ วันละ 3 มื้อ โดยให้กินจนอิ่ม หลังจากนั้นทำการสุ่มชั่งวัดขนาดลูกปลาเริ่มต้นการทดลองจำนวน 600 ตัว จากนั้นสุ่มลูกปลาลงอนุบาลตามอัตราความหนาแน่นที่กำหนด ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ มีจำนวนลูกปลารวมในแต่ละการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 1 จำนวนลูกปลาช่อนในแต่ละชุดการทดลอง

อัตราความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)	ปริมาตรน้ำในบ่อ (ลูกบาศก์เมตร)	จำนวนลูกปลาช่อนที่ปล่อย (ตัว)	จำนวน (ซ้ำ)	รวมจำนวนลูกปลาช่อนที่ปล่อย (ตัว)
500	1.80	900	3	2,700
1,000	1.80	1,800	3	5,400
2,000	1.80	3,600	3	10,800
3,000	1.80	5,400	3	16,200
รวม				35,100

2.2 การเตรียมบ่อทดลอง

เตรียมและทำความสะอาดบ่อซีเมนต์ ขนาด 2x3x1 เมตร จำนวน 12 บ่อ เพื่อใช้ในการทดลอง โดยเติมน้ำให้ได้ระดับความลึก 0.30 เมตร ติดตั้งระบบการให้อากาศในน้ำ ใช้หัวทรายบ่อละ 3 จุด และใช้ระบบน้ำไหลผ่าน โดยอัตราการไหลของน้ำ 366 ลิตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 1.50 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 15.00-16.30 น.

ภาพที่ 8 แสดงบ่อซีเมนต์ในการอนุบาลลูกปลาช่อน โดยมีที่กั้นปลาเพื่อป้องกันลูกปลาช่อนหลุดรอด

2.3 การให้อาหารลูกปลาช่อนระหว่างการทดลอง

อาหารที่ให้ลูกปลาช่อนระหว่างการทดลองเป็นอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำสำหรับปลาน้ำจืดกินเนื้อขนาดเล็กที่มีโปรตีน 41.73 เปอร์เซ็นต์ และเป็นอาหารที่ทำการผลิต (Lot number) ในคราวเดียวกัน ตลอดการทดลอง และมีการเก็บตัวอย่างอาหารเพื่อทำการวิเคราะห์หาระดับโปรตีนในอาหาร โดยส่งตัวอย่างอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยดังกล่าวให้กองวิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหาร ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการ ประกอบด้วย โปรตีน 41.73 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 16.02 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 8.80 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 5.86 เปอร์เซ็นต์ และกาก 1.06 เปอร์เซ็นต์ โดยการทดลองในครั้งนี้ มีการให้อาหารลูกปลาช่อนวันละ 3 ครั้ง เวลา 07.00, 13.00 และ 19.00 น. ให้ปลากินอาหารจนอิ่ม โดยสังเกตจากการกินอาหารของลูกปลาและการตอบสนองต่อการกินอาหารน้อยลง ซึ่งการให้อาหารในแต่ละครั้งให้ในปริมาณที่ปลากินหมดภายใน 15 นาที แล้วบันทึกปริมาณอาหารที่ให้ในแต่ละวัน จนได้ลูกปลาขนาด 5 เซนติเมตร

2.4 การเปลี่ยนถ่ายน้ำและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ในการทดลองครั้งนี้มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำปริมาณร้อยละ 100 ของปริมาตรน้ำในบ่อทดลองทุกวัน ในช่วงเวลา 06.00 น. โดยเปิดถ่ายน้ำทิ้งแล้วทำความสะอาดบ่อเพื่อกำจัดตะไคร่น้ำและสิ่งปฏิกูลออกจากพื้นบ่ออนุบาล และใช้มุ้งเขียวผูกกับปลายท่อระบายน้ำแล้วผูกปลายเพื่อป้องกันลูกปลาหลุดรอดจากบ่ออนุบาล (ภาพผนวกที่ 3) และหลังจากเติมน้ำใหม่มีการใส่เกลือ 0.2 ppt ต่อบ่อทุกครั้ง เพื่อลดความเครียดของลูกปลาช่อน ซึ่งก่อนการเปลี่ยนถ่ายน้ำจะเก็บตัวอย่างน้ำทุกสัปดาห์ๆ ละ 2 ครั้ง เพื่อตรวจวัดคุณภาพน้ำในบ่อทดลอง และเก็บตัวอย่างน้ำก่อนปล่อยลงบ่ออนุบาล พารามิเตอร์ในการตรวจคุณภาพน้ำในการอนุบาล ได้แก่

2.4.1	อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	โดยใช้ Digital thermometer
2.4.2	ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	โดยใช้ pH meter ยี่ห้อ LUTRON WA-2017SD
2.4.3	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)	โดยใช้ DO meter ยี่ห้อ LUTRON WA-2017SD
2.4.4	ความเป็นด่าง (mg/l as $CaCO_3$)	โดยวิธี Titration ตามวิธี Standard Method (ไมตรี และจารุวรรณ, 2528)
2.4.5	ความกระด้าง (mg/l as $CaCO_3$)	โดยวิธี EDTA Titrimetric Method (ไมตรี และจารุวรรณ, 2528)
2.4.6	แอมโมเนีย (mg/l as N)	โดยใช้เครื่อง Photometer MD 600 ยี่ห้อ Lovibond ด้วยวิธี Indophenol blue

2.5 การสุ่มตัวอย่างปลาเพื่อชั่งน้ำหนักและวัดความยาว

มีการสุ่มตัวอย่างปลาชั่งน้ำหนักและวัดความยาวทุกๆ 5 วัน โดยงดให้อาหาร 1 มื้อก่อนชั่งวัดขนาดลูกปลา ชั่งน้ำหนักที่ความละเอียด 0.01 กรัม และวัดความยาวที่ความละเอียด 1 มิลลิเมตร จำนวนซ้ำละ 10 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนลูกปลาในแต่ละการทดลอง การใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างดังกล่าวอ้างวิธีของอรวรรณ (2558) ได้กล่าวถึงการกำหนดขนาดตัวอย่างที่มีขนาดหลักพันสามารถสุ่มตัวอย่าง 10-15 เปอร์เซ็นต์

2.6 เกณฑ์ตัดสินใจสิ้นสุดการทดลอง เมื่อลูกปลาช่อนทุกชุดการทดลองมีขนาดความยาวเฉลี่ย 5 เซนติเมตรขึ้นไป ซึ่งผลปรากฏว่าใช้ระยะเวลาในการทดลอง 15 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองวัดความยาวและชั่งน้ำหนักปลาทดลอง จำนวนซ้ำละ 10 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนลูกปลาในแต่ละการทดลอง พร้อมทั้งตรวจสอบน้ำหนักเพิ่มต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตาย และปริมาณอาหารที่กิน

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูล น้ำหนักเฉลี่ย ความยาวเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตาย ตามวิธีของณพัชร และบุญส่ง (2553ข) และปริมาณอาหารที่กิน ตามวิธีของธีระชัย และคณะ (2553)

3.1.1 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (Daily Weight Gain, DWG ; กรัมต่อวัน)

$$= \frac{(\text{น้ำหนักเฉลี่ยวันที่สิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยวันที่เริ่มต้นการทดลอง})}{(\text{วันที่สิ้นสุดการทดลอง} - \text{วันที่เริ่มต้นการทดลอง})}$$

3.1.2 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate, SGR ; เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

$$= \frac{(\ln\text{น้ำหนักสุดท้าย} - \ln\text{น้ำหนักเริ่มต้น})}{\text{ระยะเวลาเลี้ยง}} \times 100$$

3.1.3 อัตราการรอดตาย (Survival Rate ; เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนลูกปลาที่เหลือรอดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนลูกปลาที่ปล่อยเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

3.1.4 ปริมาณอาหารที่กิน (Total Feed Intake, TFI ; กรัมต่อตัว)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารทั้งหมดที่ปลากิน}}{\text{จำนวนลูกปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}$$

3.2 นำข้อมูลมาเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโต ความยาวเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตาย และปริมาณอาหารที่กิน เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติแบบ One-way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3.3 การวิเคราะห์ต้นทุนการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน และเปรียบเทียบการอนุบาลลูกปลาช่อนในแต่ละอัตราความหนาแน่น และการคำนวณต้นทุนการผลิต (บาทต่อบ่อ) ในแต่ละชุดการทดลอง โดยพิจารณาต้นทุนการผลิตตามวิธีของสมศักดิ์ (2530 อ้างถึงใน วิระวรรณและศิราณี, 2550) และ Kay (1986 อ้างถึงใน วิระวรรณและศิราณี, 2550) ดังนี้

3.3.1 ต้นทุนทั้งหมด (บาท) = ต้นทุนคงที่ + ต้นทุนผันแปร

3.3.2 ต้นทุนผันแปร (บาท) = ค่าพันธุ์ปลา + ค่าอาหาร + ค่าแรงงาน + ค่าไฟฟ้า + ค่าเชื้อเพลิง + ค่าเสียโอกาสในการลงทุน

3.3.3 ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน = (ต้นทุนที่เป็นเงินสด + ต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสด) x อัตราดอกเบี้ยเงินออมต่อปี (%)

3.3.4 อัตราดอกเบี้ยเงินออมต่อปี = อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 12 เดือน ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ เดือนพฤษภาคม 2562 ร้อยละ 1.40 ต่อปี (http://www.baac.or.th/)

3.3.5 ค่าเสื่อมราคา (คิดค่าเสื่อมแบบเส้นตรง) = (มูลค่าเงินลงทุนเริ่มแรก - มูลค่าซาก) / อายุการใช้งาน (ปี) x สัดส่วนการใช้อุปกรณ์ (ร้อยละ)

3.3.6 ค่าอาหาร = ปริมาณอาหารที่ให้ (กิโลกรัม) x ราคาอาหารต่อกิโลกรัม (บาท)

3.3.7 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง = ปริมาณน้ำมันที่ใช้ (ลิตร) x ราคาน้ำมันต่อลิตร(บาท)

3.3.8 ค่าไฟฟ้า = จำนวนหน่วยไฟฟ้า x ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย

3.3.9 หน่วยไฟฟ้าเครื่องไฟฟ้า = [กำลังไฟฟ้า (วัตต์) x จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า/1,000] x จำนวนชั่วโมงการทำงาน

3.3.10 ค่ายาและสารเคมี = จำนวนหน่วยที่ใช้ x ราคา(บาทต่อหน่วย)

3.3.11 ค่าแรงงานต่อบ่อ = [จำนวนแรงงาน x จำนวนชั่วโมงทำงานเฉลี่ยต่อคนต่อวัน x ระยะเวลาที่เลี้ยงต่อรุ่น (วัน)] / จำนวนบ่อ

3.3.12 ค่าเสื่อมราคาคิดโดยวิธีเส้นตรงโดยกำหนดมูลค่าซากเป็นศูนย์ เมื่อหมดอายุการใช้งาน

3.3.13 อัตราค่าจ้างขั้นต่ำของจังหวัดสิงห์บุรี ในปี 2562 เท่ากับ 310 บาทต่อวันต่อคน คิดเป็นชั่วโมงละ 38.75 บาท ตามประกาศคณะกรรมการค่าจ้าง เรื่อง อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ (ฉบับที่ 9)

3.4 การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนในการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน โดยวิเคราะห์ รายได้ กำไร และผลตอบแทน ในแต่ละชุดการทดลอง โดยพิจารณาตามวิธีของสมศักดิ์ (2530 อ้างถึงใน วิระวรรณและศิราณี, 2550) และ Kay (1986 อ้างถึงใน วิระวรรณและศิราณี, 2550)

3.4.1 รายได้ทั้งหมด (บาทต่อบ่อ) = จำนวนผลผลิต (ตัว) x ราคาผลผลิตที่จำหน่ายได้ (บาท)

3.4.2 กำไรสุทธิ (บาทต่อบ่อ) = รายได้ทั้งหมด - ต้นทุนทั้งหมด

3.4.3 ผลตอบแทนการลงทุน (เปอร์เซ็นต์) = [กำไรสุทธิ / ต้นทุนทั้งหมด (บาท)] x 100

3.4.4 ต้นทุนการผลิต (บาท/ตัว) = ต้นทุนทั้งหมด (บาท) / ผลผลิตทั้งหมด (ตัว)

ผลการศึกษา

การอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ขนาด 2x3x1 เมตร ระดับความลึกของน้ำ 0.30 เมตร ที่อัตราความหนาแน่น 500, 1,000 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ลูกปลาช่อนมีความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 3.23±0.25 เซนติเมตร และน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.35±0.12 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2) โดยการอนุบาลลูกปลาช่อนด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำสำหรับปลาน้ำจืดกินเนื้อขนาดเล็กที่มีโปรตีน 41.73 เปอร์เซ็นต์ วันละ 3 ครั้ง เวลา 07.00, 13.00 และ 19.00 น. ให้ปลากินจนอิ่ม เป็นระยะเวลา 15 วัน มีรายละเอียดผลการทดลอง ดังนี้

1. การเจริญเติบโต

1.1 ความยาวสุดท้ายเฉลี่ยและน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย

การอนุบาลลูกปลาช่อนในบ่อซีเมนต์ที่อัตราความหนาแน่น 500, 1,000 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เป็นระยะเวลา 15 วัน ลูกปลาช่อนมีความยาวสุดท้ายเฉลี่ย เท่ากับ 6.10±0.14, 5.94±0.19, 5.67±0.04 และ 5.59±0.25 เซนติเมตร และน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 1.97±0.21, 1.78±0.16, 1.51±0.07 และ 1.46±0.20 กรัม ตามลำดับ ลูกปลาช่อนที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์ที่อัตราความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความยาวสุดท้ายเฉลี่ยและน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยมากที่สุด (ตารางที่ 2)

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ความยาวเฉลี่ยของลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นที่ต่างกัน 4 ระดับ เป็นระยะเวลา 5 วัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่ออนุบาลเป็นระยะเวลา 10 และ 15 วัน พบว่า ลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีความยาวเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับที่ความหนาแน่น 1,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แต่มีความยาวมากกว่าลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่การอนุบาลที่ความหนาแน่น 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ลูกปลามีความยาวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และการอนุบาลที่ความหนาแน่น 1,000 และ 2,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ลูกปลามีความยาวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นเดียวกัน (ตารางที่ 3 และภาพที่ 9)

เมื่อพิจารณาน้ำหนักเฉลี่ย พบว่า ในช่วงเริ่มการทดลองจนถึงในช่วงวันที่ 10 ความน้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นที่ต่าง 4 ระดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่เมื่ออนุบาลเป็นระยะเวลา ในช่วงวันที่ 15 พบว่า ลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับที่ความหนาแน่น 1,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แต่มีน้ำหนักมากกว่าลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่การอนุบาลที่ความหนาแน่น 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ลูกปลามีน้ำหนักเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4 และภาพที่ 10)

ตารางที่ 2 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) และน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลาช่อนที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน

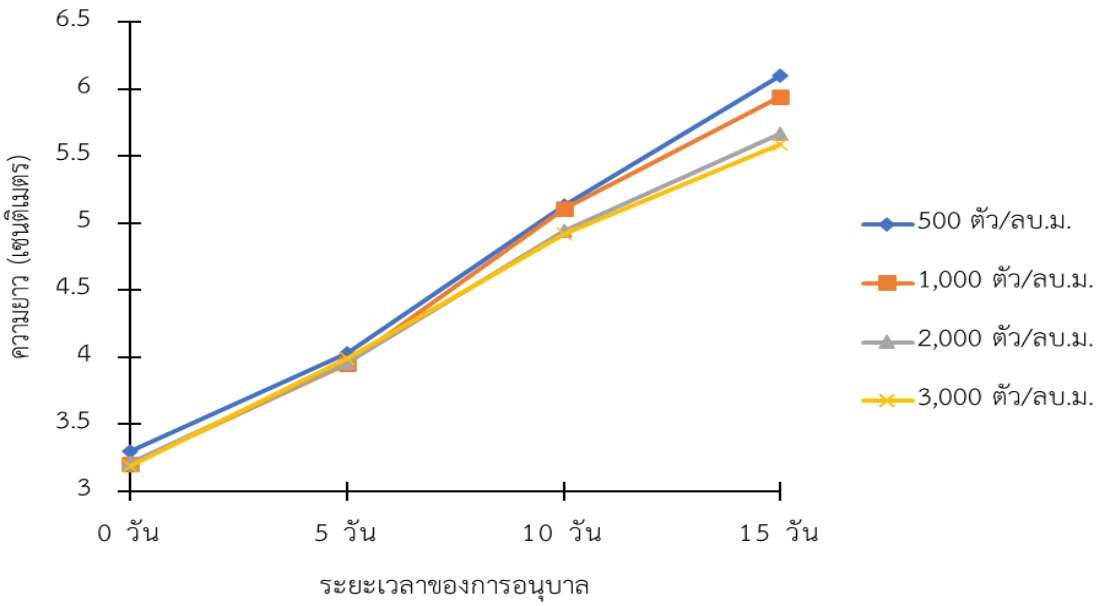
ความยาวและน้ำหนัก	อัตราความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)			
	500	1,000	2,000	3,000
ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น (เซนติเมตร)	3.23±0.25^{a}	3.23±0.25^{a}	3.23±0.25^{a}	3.23±0.25^{a}
ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย (เซนติเมตร)	6.10±0.14^{a}	5.94±0.19^{ab}	5.67±0.04^{bc}	5.59±0.25^{c}
น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม)	0.35±0.12^{a}	0.35±0.12^{a}	0.35±0.12^{a}	0.35±0.12^{a}
น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม)	1.97±0.21^{a}	1.78±0.16^{ab}	1.51±0.07^{b}	1.46±0.20^{b}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 3 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของลูกปลาช่อนที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน

ระยะเวลาของการอนุบาล	อัตราความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)			
(วัน)	500	1,000	2,000	3,000
0	3.23±0.25^{a}	3.23±0.25^{a}	3.23±0.25^{a}	3.23±0.25^{a}
5	4.03±0.21^{a}	3.95±0.28^{a}	3.95±0.20^{a}	3.99±0.18^{a}
10	5.13±0.15^{a}	5.11±0.05^{ab}	4.94±0.07^{bc}	4.92±0.07^{c}
15	6.10±0.14^{a}	5.94±0.19^{ab}	5.67±0.04^{bc}	5.59±0.25^{c}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

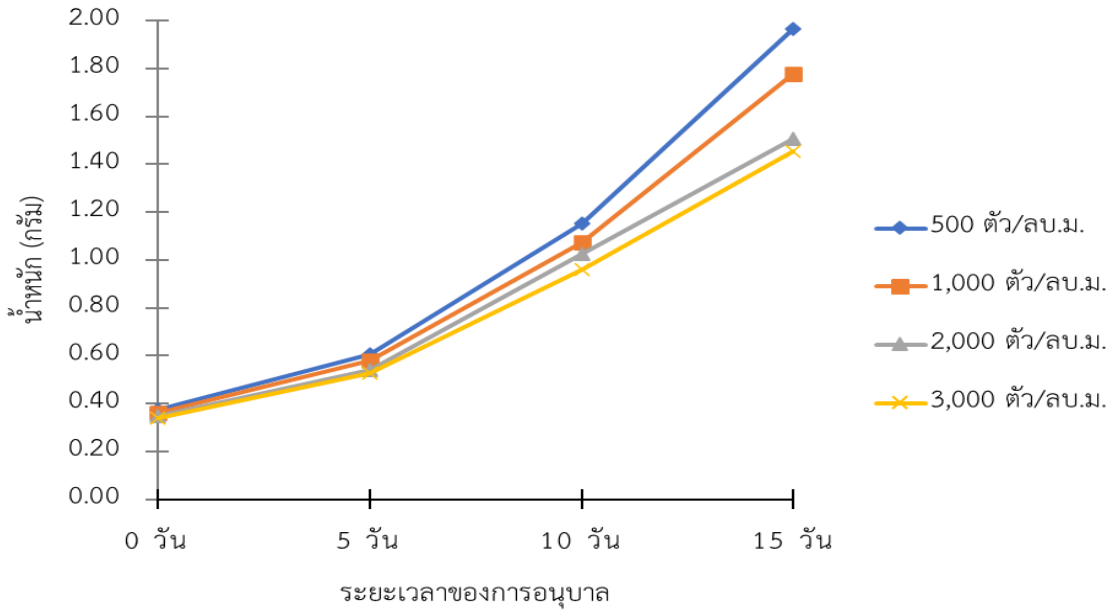


ภาพที่ 9 แสดงความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของลูกปลาช่อนที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน

ตารางที่ 4 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลาช่อนที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน

ระยะเวลาของการอนุบาล	อัตราความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)			
(วัน)	500	1,000	2,000	3,000
0	0.35±0.12[a]	0.35±0.12[a]	0.35±0.12[a]	0.35±0.12[a]
5	0.61±0.06[a]	0.58±0.09[a]	0.54±0.03[a]	0.53±0.06[a]
10	1.15±0.13[a]	1.08±0.06[a]	1.03±0.06[a]	0.96±0.06[a]
15	1.97±0.21[a]	1.78±0.16[ab]	1.51±0.07[b]	1.46±0.20[b]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพที่ 10 แสดงน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลาช่อนที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน

1.2 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (Daily Weight Gain, DWG; กรัมต่อวัน) เมื่อสิ้นสุดการทดลองอนุบาลลูกปลาช่อนเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า น้ำหนักเพิ่มต่อวันเฉลี่ยของลูกปลาช่อนที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่น 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.11±0.02, 0.10±0.01, 0.08±0.01 และ 0.07±0.01 กรัมต่อวัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า ลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักเพิ่มต่อวันแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับที่ความหนาแน่น 1,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แต่มีน้ำหนักเพิ่มต่อวันมากกว่าปลาช่อนที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 1,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักเพิ่มต่อวันแตกต่างปลาช่อนที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตรอย่างมีไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 5)

1.3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate, SGR ; เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า อัตราการเติบโตจำเพาะเฉลี่ยของลูกปลาช่อนที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์ที่อัตราความหนาแน่น 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเท่ากับ 11.39±0.71, 10.72±0.57, 9.64±0.29 และ 9.37±0.93 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า ลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับที่ความหนาแน่น 1,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แต่มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะมากกว่าลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และการอนุบาลลูกปลาช่อนที่อัตราความหนาแน่น 1,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะมากกว่าลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่การอนุบาลที่ความหนาแน่น 1,000 และ 2,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ลูกปลามีความยาวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และการอนุบาลที่ความหนาแน่น 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ลูกปลามีความยาวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 5)

2. ปริมาณอาหารที่กิน (Total Feed Intake, TFI ; กรัมต่อตัว)

ในการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกันในแต่ละกลุ่มชุดการทดลอง มีการอนุบาลลูกปลาด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำสำหรับปลาน้ำจืดกินเนื้อขนาดเล็ก โปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ให้วันละ 3 ครั้ง เวลา 07.00, 13.00 และ 19.00 น. ให้ปลากินจนอิ่ม โดยสังเกตจากการกินอาหารของลูกปลา แล้วบันทึกปริมาณอาหารที่ให้ในแต่ละวัน จนได้ลูกปลาขนาด 5 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 15 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ลูกปลาช่อนที่อนุบาลในอัตราความหนาแน่น 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย เท่ากับ 2.18±1.16, 1.55±0.16, 1.04±0.21 และ 1.15±0.12 กรัมต่อตัว ตามลำดับ เมื่อทดสอบค่าความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีปริมาณอาหารที่กินมากกว่าปลาช่อนที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นเดียวกับ ลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 1,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีปริมาณอาหารที่กินมากกว่าปลาช่อนที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่การอนุบาลที่ความหนาแน่น 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ลูกปลามีปริมาณอาหารที่กินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยมากที่สุด (ตารางที่ 5)

3. อัตราการรอดตาย (Survival Rate)

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลาช่อนที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์ที่มีอัตราความหนาแน่น 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เท่ากับ ร้อยละ 97.96±1.16, 94.20±4.97, 91.58±1.16 และร้อยละ 90.41±5.28 ตามลำดับ เมื่อทดสอบค่าความแตกต่างทางสถิติ พบว่าลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นทั้ง 4 ระดับ มีอัตราการอดตายมีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการรอดตายในการอนุบาลลูกปลาช่อนในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน

การเจริญเติบโต	อัตราความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)			
	500	1,000	2,000	3,000
น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (DWG ; กรัมต่อวัน)	0.11±0.02^{a}	0.10±0.01^{ab}	0.08±0.01^{b}	0.07±0.01^{b}
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR ; เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	11.39±0.71^{a}	10.72±0.57^{ab}	9.64±0.29^{bc}	9.37±0.93^{c}
ปริมาณอาหารที่กิน (TFI ; กรัมต่อตัว)	2.18±1.16^{a}	1.55±0.16^{b}	1.04±0.21^{c}	1.15±0.12^{c}
อัตราการรอดตาย (Survival Rate; เปอร์เซ็นต์)	97.96±1.16^{a}	94.20±4.97^{a}	91.58±1.16^{a}	90.41±5.28^{a}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4. คุณภาพน้ำ

ในการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่น 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ในระหว่างการทดลองมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำปริมาณร้อยละ 100 ของปริมาตรน้ำในบ่อทดลองทุกวัน วันละ 1 ครั้ง ในช่วงเวลา 06.00 น. ซึ่งก่อนการเปลี่ยนถ่ายน้ำจะเก็บตัวอย่างน้ำทุกสัปดาห์ๆ ละ 2 ครั้ง เพื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำหลังการอนุบาลปลาช่อน พบว่า อุณหภูมิอากาศ มีค่าอยู่ในช่วง 29.0-31.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 27.1-29.6, 26.9-29.0, 26.9-29.7 และ 27.3-29.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) มีค่าอยู่ในช่วง 6.50-7.14, 6.50-7.11, 6.57-7.11 และ 6.50-6.99 ตามลำดับ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) มีค่าอยู่ในช่วง 2.8-3.0, 2.7-3.0, 2.7-2.9 และ 2.7-2.9 mg/l ตามลำดับ ความเป็นด่างมีค่าอยู่ในช่วง 126-250, 134-262, 124-265, 124-265 และ 126-264 mg/l as $CaCO_3$ ตามลำดับ ความกระด้างมีค่าอยู่ในช่วง 196-320, 220-310, 248-310, 248-320 และ 226-315 mg/l as $CaCO_3$ ตามลำดับ ปริมาณแอมโมเนีย 0-0.80, 0.07-0.75, 0.05-0.78 และ 0.05-0.87 mg/l as N ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 คุณภาพน้ำในการอนุบาลลูกปลาช่อนในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน

คุณสมบัติของน้ำ	น้ำเข้า	อัตราความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)			
		500	1,000	2,000	3,000
อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	29.0-31.0	29.0-31.0	29.0-31.0	29.0-31.0	29.0-31.0
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	28.0-30.0	27.1-29.6	26.9-29.0	26.9-29.7	27.3-29.8
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	6.78-7.31	6.50-7.14	6.50-7.11	6.57-7.11	6.50-6.99
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)	2.90-3.0	2.8-3.0	2.7-3.0	2.7-2.9	2.7-2.9
ความเป็นด่าง (mg/l as $CaCO_3$)	180-260	126-250	134-262	124-265	126-264
ความกระด้าง (mg/l as $CaCO_3$)	254-274	196-320	220-310	248-320	226-315
ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l as N)	0	0-0.80	0.07-0.75	0.05-0.78	0.05-0.87

5. ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทน

จาการทดลองการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่น 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ระยะเวลา 15 วันต่อรุ่น สามารถวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน รายละเอียดดังตารางที่ 7 ดังนี้

5.1 ต้นทุนการผลิตในการอนุบาลลูกปลาช่อน

ต้นทุนการผลิตในการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่น 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ระยะเวลา 15 วัน พบว่า ต้นทุนการผลิตทั้งหมดเท่ากับ 1,358.94, 2,304.33, 4,187.31 และ 6,102.81 บาทต่อบ่อ แบ่งออกเป็นต้นทุนคงที่ในทุกชุดการทดลอง เท่ากับ 29.35 บาท คิดเป็นร้อยละ 2.16, 1.27, 0.70 และ 0.48 ตามลำดับ ส่วนต้นทุนผันแปร เท่ากับ 1,329.59 บาท (ร้อยละ 97.84), 2,274.98 บาท (ร้อยละ 98.73), 4,157.97 บาท (ร้อยละ 99.30) และ 6,073.47 บาท (ร้อยละ 99.52) ตามลำดับ ต้นทุนคงที่ส่วนใหญ่เป็นต้นทุนสิ่งปลูกสร้าง ได้แก่ บ่อเก็บน้ำและระบบเก็บน้ำ บ่อบาดาล เครื่องปั๊มลม และโรงเรือน ตามลำดับ ต้นทุนผันแปรในทุกชุดการทดลองที่มากที่สุด คือ ค่าลูกพันธุ์ปลาช่อน คิดเป็นร้อยละ 66.23, 78.11, 85.97 และ 88.48 ตามลำดับ ในการอนุบาลลูกปลาช่อนในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า ต้นทุนผันแปรที่มากเป็นลำดับที่ 2 คือ ค่าไฟฟ้า ร้อยละ 10.52 และ ลำดับที่ 3 คือ ค่าแรงงาน ร้อยละ 9.51 และลำดับที่ 4 คือ อาหารเม็ดสำเร็จรูป ร้อยละ 10.51 ส่วนการอนุบาลลูกปลาช่อนในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่น 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า ต้นทุนผันแปรที่มากเป็นลำดับที่ 2 คือ ค่าอาหารเม็ดสำเร็จรูป ร้อยละ 7.36, 6.01 และ 6.00 ตามลำดับ และลำดับที่ 3 คือ ค่าไฟฟ้า ร้อยละ 6.20, 3.41 และ 2.34 ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

การอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่น 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีผลผลิต เท่ากับ 822, 1,696, 3,297 และ 4,882 ตัวต่อบ่อ ตามลำดับ ซึ่งต้นทุนการผลิตตัวละ 1.65, 1.36, 1.27 และ 1.25 บาทต่อตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

5.2 ผลตอบแทนในการอนุบาลลูกปลาช่อน

ผลตอบแทนในการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่น 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีรายได้ทั้งหมด เท่ากับ 1,233.00, 2,544.00, 4,945.50 และ 7,323.00 บาทต่อบ่อ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การอนุบาลลูกปลาช่อนด้วยอัตราความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แล้วจำหน่ายในราคา 1.50 บาทต่อตัว พบว่าขาดทุน ส่วนอัตราความหนาแน่นอีก 3 ระดับ ได้ผลกำไรในการอนุบาล ซึ่งในแต่ละอัตราความหนาแน่นมีกำไรสุทธิ เท่ากับ -125.94, 239.67, 758.19 และ 1,220.19 บาทต่อบ่อ ตามลำดับ กำไรสุทธิต่อตัว -0.15, 0.14, 0.23 และ 0.25 บาทต่อตัว ตามลำดับ อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน เท่ากับ ร้อยละ -9.27, 10.40, 18.11 และ 19.99 ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ต้นทุนการผลิต (บาทต่อบ่อ) ในการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน

รายการ	อัตราความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)							
	500		1,000		2,000		3,000	
	บาทต่อบ่อ	ร้อยละ	บาทต่อบ่อ	ร้อยละ	บาทต่อบ่อ	ร้อยละ	บาทต่อบ่อ	ร้อยละ
1. ต้นทุนคงที่	**29.35**	**2.16**	**29.35**	**1.27**	**29.35**	**0.70**	**29.35**	**0.48**
- ค่าเสื่อมราคาบ่อเก็บน้ำ และระบบเก็บน้ำ	11.34	0.83	11.34	0.49	11.34	0.27	11.3	0.19
- ค่าเสื่อมราคาบ่อปูน	1.88	0.14	1.88	0.08	1.88	0.04	1.88	0.03
- ค่าเสื่อมราคาโรงเรือน	3.13	0.23	3.13	0.14	3.13	0.07	3.13	0.05
- ค่าเสื่อมราคาบ่อบาดาล	6.26	0.46	6.26	0.27	6.26	0.15	6.26	0.10
- ค่าเสื่อมราคาเครื่องสูบน้ำ	1.53	0.11	1.53	0.07	1.53	0.04	1.53	0.03
- ค่าเสื่อมราคาเครื่องเป่าอากาศ (ปั๊มลม)	4.49	0.33	4.49	0.19	4.49	0.11	4.49	0.07
- ค่าเสื่อมราคาระบบท่อให้อากาศ	0.14	0.01	0.14	0.01	0.14	0.00	0.14	0.00
- ค่าเสื่อมราคาที่กันปลากระโดด	0.55	0.04	0.55	0.02	0.55	0.01	0.55	0.01
- ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (1.40% ต่อปี)	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00
2. ต้นทุนผันแปร	**1,329.59**	**97.84**	**2,274.98**	**98.73**	**4,157.97**	**99.30**	**6,073.47**	**99.52**
- แรงงาน	129.20	9.51	129.20	5.61	129.20	3.09	129.20	2.12
- ค่าลูกพันธุ์ปลาช่อน	900.00	66.23	1,800.00	78.11	3,600.00	85.97	5,400.00	88.48
- อาหารเม็ดสำเร็จรูป	124.80	9.18	169.65	7.36	251.55	6.01	365.95	6.00
- ค่าไฟฟ้า	142.95	10.52	142.95	6.20	142.95	3.41	142.95	2.34
- เกลือ	27.00	1.99	27.00	1.17	27.00	0.64	27.00	0.44

ตารางที่ 7 (ต่อ) ต้นทุนการผลิต (บาทต่อบ่อ) ในการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน

รายการ	อัตราความหนาแน่น (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร)							
	500		1,000		2,000		3,000	
	บาทต่อบ่อ	ร้อยละ	บาทต่อบ่อ	ร้อยละ	บาทต่อบ่อ	ร้อยละ	บาทต่อบ่อ	ร้อยละ
- อุปกรณ์อื่นๆ	4.27	0.31	4.27	0.19	4.27	0.10	4.27	0.07
- ยาและสารเคมี	0.60	0.04	0.60	0.03	0.60	0.01	0.60	0.01
- ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (1.40% ต่อปี)	0.76	0.06	1.31	0.10	2.39	0.18	3.49	0.26
ต้นทุนทั้งหมด	**1,358.94**	**100.00**	**2,304.33**	**100.00**	**4,187.31**	**100.00**	**6,102.81**	**100.00**
1. ผลผลิตทั้งหมด (ตัวต่อบ่อ)	822		1,696		3,297		4,882	
2. จำนวนวันที่ผลิตต่อรุ่น (วัน)	15		15		15		15	
3. ต้นทุนในการผลิตต่อบ่อ (บาทต่อบ่อ)	1,358.94		2,304.33		4,187.31		6,102.81	
4. ต้นทุนในการผลิตต่อตัว (บาทต่อตัว)	1.65		1.36		1.27		1.25	
5. ราคาขายลูกปลา (บาทต่อตัว)	1.50		1.50		1.50		1.50	
6. รายได้ทั้งหมด (บาทต่อบ่อ)	1,233.00		2,544.00		4,945.50		7,323.00	
7. กำไรสุทธิต่อบ่อ (บาทต่อบ่อ)	-125.94		239.67		758.19		1,220.19	
8. กำไรสุทธิต่อตัว (บาทต่อตัว)	-0.15		0.14		0.23		0.25	
9. อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (%)	-9.27		10.40		18.11		19.99	

หมายเหตุ 1. ค่าลูกพันธุ์ปลาช่อน ขนาด 3-5 เซนติเมตร เริ่มการทดลอง คิดราคา 1.00 บาทต่อตัว ตามประกาศกรมประมง เรื่องกำหนดราคาจำหน่ายพันธุ์สัตว์น้ำลงวันที่ 31 สิงหาคม 2559 และราคาจำหน่ายลูกพันธุ์ปลาช่อน ขนาดมากกว่า 5-7 เซนติเมตรขึ้นไป ราคา 1.50 บาทต่อตัว ตามประกาศกรมประมง เรื่องกำหนดราคาจำหน่ายพันธุ์สัตว์น้ำ เมื่อวันที่ 7 สิงหาคม 2561

2. ค่าอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยที่มีโปรตีน 41.73 เปอร์เซ็นต์ ราคากิโลกรัมละ 65 บาท

3. ค่าแรงงาน อัตราค่าจ้างขั้นต่ำของจังหวัดสิงห์บุรี ในปี 2562 เท่ากับ 310 บาทต่อวันต่อคน คิดเป็นชั่วโมงละ 38.75 บาท ตามประกาศคณะกรรมการค่าจ้าง เรื่องอัตราค่าจ้างขั้นต่ำ (ฉบับที่ 9) โดยคิดเวลาทำงาน วันละ 2 ชั่วโมง จำนวน 1 คนต่อ 12 บ่อ คิดเป็นแรงงานวันละ 6.46 บาทต่อบ่อ

4. ค่าไฟฟ้าในการสูบน้ำและให้อากาศ คิดเป็น 9.53 บาทต่อวันบ่อ อนุบาลใช้ระยะเวลา 15 วัน คิดเป็นค่าไฟฟ้าทั้งหมด 142.95 บาทต่อบ่อ

4.1 การสูบน้ำโดยใช้เครื่องสูบน้ำ ขนาด 1,500 วัตต์ เป็นระยะเวลา 26 นาที ใช้ไฟฟ้า จำนวน 0.65 หน่วยๆ ละ 4.30 บาท คิดเป็นค่าไฟฟ้าในการสูบน้ำ เท่ากับ 2.77 บาทต่อ 12 บ่อ คิดเป็นบ่อละ 0.23 บาทต่อวัน

4.2 การให้อากาศในการอนุบาลโดยใช้เครื่องให้อากาศ 3 แรง ขนาด 2,250 วัตต์ เปิด 24 ชั่วโมง จำนวน 54 หน่วยๆ ละ 4.30 บาท คิดเป็นค่าไฟฟ้าในการให้อากาศทั้งโรงเพาะ เท่ากับ 232.20 บาทต่อวัน ค่าไฟฟ้าในการให้อากาศ 1 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 4 ของจำนวนทั้งหมดโรงเพาะ เท่ากับ 9.29 บาทต่อบ่อต่อวัน

4.3 การเปิดน้ำไหลผ่าน ใช้เวลา 1.50 ชั่วโมง คิดเป็นค่าไฟฟ้าในการเปิดน้ำไหลผ่าน เท่ากับ 0.14 บาทต่อ 12 บ่อ คิดเป็นบ่อละ 0.01 บาทต่อวัน

5. ค่าเสียโอกาสในการลงทุนคิดจากอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 12 เดือน ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ เดือนพฤษภาคม 2562 ร้อยละ 1.40 ต่อปี

วิจารณ์ผลการศึกษา

การอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ขนาด 2x3x1 เมตร ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ คือ 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 3.23±0.25 เซนติเมตร และน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.35±0.12 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ความยาวสุดท้ายเฉลี่ย (5.59-6.10 เซนติเมตร) น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (1.46-1.97 กรัม) น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (0.07-0.11 กรัมต่อวัน) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (9.37-11.39 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ปริมาณอาหารที่กิน (1.15-2.18 กรัมต่อตัว) และอัตราการรอดตาย (ร้อยละ 90.41-97.96)

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การอนุบาลลูกปลาช่อนด้วยอัตราความหนาแน่นที่ต่างกันส่งผลให้ลูกปลามีการเจริญเติบโตเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักสุดท้าย ความยาวสุดท้าย น้ำหนักเพิ่มต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ใกล้เคียงกันกับการอนุบาลด้วยความหนาแน่น 1,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ($p>0.05$) แต่สูงกว่าการอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีปริมาณอาหารที่กินมากกว่าอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่ลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ มีอัตราการรอดตายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ ไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการรอดตายและมีค่าสูงถึง ร้อยละ 90.41-97.96 ทั้งนี้ อัตราการรอดตายที่ไม่แตกต่างกันที่ระดับความหนาแน่นต่างๆ นั้นอาจเกิดจาก 1) ปลาช่อนสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี เช่น ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำและแอมโมเนียสูง เพราะมีอวัยวะช่วยหายใจที่เรียกว่า Diverticula (Qin *et al*., 1997) โดยปลาช่อนที่มีขนาดใหญ่มี Diverticula ที่พัฒนาอย่างสมบูรณ์ทำให้ทนต่อคุณภาพน้ำที่ไม่เหมาะสมเหล่านี้ได้ดี (Singh *et al.*, 1986) และ 2) มีการคัดเลือกปลาที่มีขนาดใกล้เคียงกันมาทดลอง ทำให้ปลาแต่ละตัวมีอัตราการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ วินัย และคณะ (2559) ทำการทดลองเลี้ยงปลาช่อนขนาดประมาณ 100 กรัม ด้วยความหนาแน่น 2, 4 และ 6 ตัวต่อตารางเมตร ทั้งในบ่อดินและบ่อซีเมนต์ พบว่า ความหนาแน่นไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการรอดตาย และมีค่าสูงถึง 70 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการทดลองของ อาคม และคณะ (2554) ที่ทดลองเลี้ยงปลาช่อนงูเห่าที่มีน้ำหนักเริ่มต้น 66-68 กรัม ในกระชังด้วยความหนาแน่น 20, 30 และ 40 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เป็นระยะเวลา 360 วัน โดยพบว่า ปลามีอัตราการรอดตายมีค่าสูงถึง 95 เปอร์เซ็นต์ และไม่แตกต่างกัน ขณะที่อัตราการรอดตายของปลาชะโดขนาดเล็กที่เลี้ยงในกระชังด้วยความหนาแน่นสูงคือ 50, 100 และ 150 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าลดลงตามความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น (สุจิตรา และสุทัศน์, 2548) ซึ่งเป็นการยืนยันได้ว่าขนาดของปลามีผลต่ออัตราการรอดตาย และ 3) อัตราความหนาแน่นที่ทำการศึกษาครั้งนี้อยู่ในระดับที่ไม่สูงเกินไปจนส่งผลต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาช่อน หากอัตราปล่อยที่สูงเกินไปทำให้ปลาเจริญเติบโตช้า เนื่องจากความเครียดและ

กินกันเอง ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากคุณภาพน้ำที่ด้อยลง เพราะปลามีการขับถ่ายของเสียออกมามาก ดังนั้น อัตราการรอดตายต่ำ (Boyd, 1990)

ส่วนการอนุบาลลูกปลาช่อนด้วยอัตราความหนาแน่นที่ต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณอาหารที่กินของลูกปลาช่อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากอาจมีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกินอาหารของลูกปลาช่อน เช่น ชนิดอาหาร ความหนาแน่นในการปล่อย น้ำหนักปลา สุขภาพปลา เป็นต้น (เมฆ, 2522) ประกอบกับในการศึกษาครั้งนี้เป็นการอนุบาลในพื้นที่จำกัด และการเปลี่ยนถ่ายน้ำเป็นการรบกวนลูกปลาทำให้ปลาตกใจ เครียด ส่งผลต่อการกินอาหารของลูกปลาได้ (Hepher, 1967) และการศึกษาครั้งนี้มีการใช้ระบบน้ำไหลผ่านในการอนุบาลลูกปลาช่อนในอัตราการไหลของน้ำ 366 ลิตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 1.50 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 15.00-16.30 น. เพื่อปรับสภาพน้ำระหว่างการอนุบาลลูกปลาให้ดีขึ้น โดยเพิ่มการไหลเวียนของน้ำเพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำ และกำจัดของเสียในบ่ออนุบาลได้ ซึ่งการอนุบาลลูกปลาช่อนวัยอ่อนในบ่อซีเมนต์แบบน้ำหมุนเวียนทำให้ผลผลิตลูกปลาและลูกปลามีอัตราการรอดตายสูงกว่าการอนุบาลแบบน้ำนิ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (วินัย และคณะ, 2559)

ในการอนุบาลลูกปลาช่อนครั้งนี้ใช้น้ำบาดาลในการอนุบาล มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำปริมาณร้อยละ 100 ของปริมาตรน้ำในบ่อทดลองทุกวันๆ ละ 1 ครั้ง มีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังการอนุบาลลูกปลา พบว่า อุณหภูมิอากาศ มีค่าอยู่ในช่วง 29.0-31.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิน้ำ มีค่าอยู่ในช่วง 26.9-29.8 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าอยู่ในช่วง 6.50-7.14 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) มีค่าอยู่ในช่วง 2.7-3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นด่าง มีค่าอยู่ในช่วง 124-265 มิลลิกรัม/ลิตร ความกระด้าง มีค่าอยู่ในช่วง 196-320 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนีย 0-0.87 มิลลิกรัม/ลิตร จะเห็นได้ว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) มีค่าต่ำ เนื่องจากเป็นการใช้น้ำบาดาลในการอนุบาลลูกปลา อีกทั้ง ลักษณะบ่อซีเมนต์ที่มีลักษณะสี่เหลี่ยมอาจมีของเสียตกค้างตามมุมบ่อส่งผลต่อคุณภาพน้ำได้ (วินัย และคณะ, 2559) ประกอบกับ การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำช่วงเช้าในการทดลองนั้น สภาพอากาศท้องฟ้ามีเมฆมาก ท้องฟ้าครึม จึงส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำจะมีค่าต่ำ แต่อย่างไรก็ตาม ปลาช่อนเป็นปลาที่มีอวัยวะพิเศษช่วยหายใจ (Diverticula) จึงทำให้สามารถทนสภาพน้ำที่ไม่เหมาะสมได้ และส่งผลให้อัตราการรอดตายในการทดลองนี้ค่อนข้างสูง แต่ก็มีผลทำให้การเจริญเติบโตค่อนข้างช้ากว่าปกติ

การอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ที่อัตราความหนาแน่น 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ระยะเวลาอนุบาล 15 วัน มีต้นทุนการผลิต มีค่าอยู่ระหว่าง 1,358.94-6,102.81 บาทต่อบ่อ โดยผลผลิตลูกปลาช่อน เท่ากับ 822, 1,696, 3,297 และ 4,882 ตัวต่อบ่อ ตามลำดับ และคิดเป็นต้นทุนการผลิต 1.65, 1.36, 1.27 และ 1.25 บาทต่อตัว ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า อัตราความหนาแน่นสูงจะมีต้นทุนการผลิตในการอนุบาลลูกปลาช่อนต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของปลาช่อน (ณพัชร และบุญส่ง, 2553ก.), ปลาช่อนงูเห่า (อาคม และคณะ, 2554), ปลานิลแปลงเพศ (จริยา และอำไพพรรณ, 2551) และปลาหมอ (ศราวุธ และคณะ, 2547)

ต้นทุนในการอนุบาลูกปลาช่อนในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย ต้นทุนคงที่ ร้อยละ 0.48-2.16 ส่วนต้นทุนผันแปร ร้อยละ 99.52-97.84 ต้นทุนการผลิตในการอนุบาลลูกปลาช่อนส่วนใหญ่เป็นต้นทุนผันแปร ได้แก่ ลูกพันธุ์ปลาช่อน อาหารเม็ดสำเร็จรูป ไฟฟ้า และแรงงาน ซึ่งต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราความหนาแน่นที่มากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์น้ำหลายชนิด เช่น ปลาช่อน (ณพัชร และบุญส่ง, 2553ก.), ปลาช่อนงูเห่า (อาคม และคณะ, 2554), ปลานิลแปลงเพศ (จริยา และอำไพพรรณ, 2551), ปลากดแก้ว (ยงยุทธ และวิศณุพร, 2538), ปลาดุกบิ๊กอุย (สมศักดิ์ และคณะ, 2539), ปลาจีด (สง่าและคณะ, 2543) และปลาหมอ (อนันต์ และเจริญไชย, 2544)

เมื่อพิจารณาต้นทุนและผลตอบแทนต่อการลงทุนจากการศึกษาครั้งนี้ สรุปได้ว่า อัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์จากการทดลองครั้งนี้ คือ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เนื่องจากในอัตราความหนาแน่นดังกล่าว ลูกปลาช่อนมีกำไรสุทธิ (1,220.19 บาทต่อบ่อ) กำไรสุทธิต่อตัวต่อรุ่น (0.25 บาทต่อตัว) และอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (ร้อยละ 19.99) ซึ่งมีค่ามากที่สุด ถึงแม้ว่าอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากการอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นอื่นๆ ดังนั้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการให้อาหารสดหรืออาหารผสมสำหรับอนุบาลลูกปลาช่อนเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตและเพิ่มอัตราความหนาแน่นในการอนุบาลลูกปลาช่อนในบ่อซีเมนต์มากกว่าครั้งนี้ เนื่องจากการทดลองครั้งนี้แสดงว่า ความหนาแน่นยังไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต

นอกจากนี้ การอนุบาลลูกปลาช่อนในครั้งนี้ จะเห็นได้ว่า ต้นทุนการผลิตทั้งหมดในการอนุบาลลูกปลาช่อนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราปล่อยเพิ่มขึ้น แต่ต้นทุนการผลิตต่อตัวมีค่าลดลงเมื่ออัตราความหนาแน่นในการอนุบาลเพิ่มมากขึ้น การอนุบาลลูกปลาช่อนในบ่อซีเมนต์ที่อัตราความหนาแน่นด้วยอัตราความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีต้นทุนการผลิตทั้งหมดต่ำกว่าการอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร แต่ยังขาดทุน เมื่อจำหน่ายลูกปลาช่อน ในราคา 1.50 บาทต่อตัว ควรมีการเพิ่มความหนาแน่นเพื่อลดต้นทุนหรือเพิ่มราคาจำหน่าย ส่วนการอนุบาลลูกปลาช่อนที่อัตราความหนาแน่นสูงสุดที่ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีต้นทุนต่ำที่สุดที่ 1.25 บาทต่อตัว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยการอนุบาลปลาแกง (จินตนา และเกียรติคุณ, 2547) และสอดคล้องกับแนวคิดของ Hepher and Pruginin (1981) ที่กล่าวว่า อัตราการปล่อยที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจมากที่สุดไม่จำเป็นต้องเป็นอัตราการปล่อยที่ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยที่มากที่สุด แต่เป็นอัตราปล่อยที่ให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูงสุด โดยการศึกษาครั้งนี้ พบว่า อัตราความหนาแน่นสูงสุดที่ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ให้ผลผลิตต่อหน่วยสูงที่สุด และเมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตยังพบว่า ลูกปลาช่อนที่อนุบาลในบ่อซีเมนต์เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์

สรุปผลการศึกษา

จากการทดลองอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ขนาด 2x3x1 ตารางเมตร ที่อัตราความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ คือ 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร โดยเติมน้ำให้ได้ระดับความลึก 0.30 เมตร ติดตั้งระบบการให้อากาศในน้ำ ใช้หัวทรายบ่อละ 3 จุด และใช้ระบบน้ำไหลผ่าน อัตราการไหลของน้ำ 366 ลิตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 1.50 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 15.00-16.30 น. ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำสำหรับปลาน้ำจืดกินเนื้อขนาดเล็กที่มีโปรตีน 41.73 เปอร์เซ็นต์ วันละ 3 ครั้ง เวลา 07.00, 13.00 และ 19.00 น. ให้ปลากินจนอิ่ม เป็นเวลา 15 วัน พบว่า การอนุบาลลูกปลาช่อนด้วยอัตราความหนาแน่นที่ต่างกันส่งผลให้ลูกปลามีการเจริญเติบโตเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนักสุดท้าย ความยาวสุดท้าย น้ำหนักเพิ่มต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ใกล้เคียงกันกับการอนุบาลด้วยความหนาแน่น 1,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ($p>0.05$) แต่สูงกว่าการอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และลูกปลาที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีปริมาณอาหารที่กินมากกว่าอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่ลูกปลาช่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ มีอัตราการรอดตายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จากการทดลองครั้งนี้ เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ในการอนุบาลลูกปลาช่อน อัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมอยู่ที่ 500-1,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เป็นวิธีที่ดีที่สุด

เมื่อพิจารณาต้นทุนและผลตอบแทน พบว่า ต้นทุนการผลิตทั้งหมดในการอนุบาลลูกปลาช่อนที่อัตราความหนาแน่น 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ระยะเวลา 15 วัน เท่ากับ 1,358.94, 2,304.33, 4,187.31 และ 6,102.81 บาทต่อบ่อ ตามลำดับ แบ่งออกเป็น ต้นทุนคงที่ในทุกชุดการทดลอง เท่ากับ 29.35 บาท คิดเป็นร้อยละ 2.16, 1.27, 0.70 และ 0.48 ตามลำดับ ต้นทุนคงที่ส่วนใหญ่เป็นต้นทุนสิ่งปลูกสร้าง ได้แก่ บ่อเก็บน้ำและระบบเก็บน้ำ บ่อบาดาล เครื่องปั๊มลม และโรงเรือน ตามลำดับ ส่วนต้นทุนผันแปร เท่ากับ 1,329.59 บาท (ร้อยละ 97.84), 2,274.98 บาท (ร้อยละ 98.73), 4,157.97 บาท (ร้อยละ 99.30) และ 6,073.47 บาท (ร้อยละ 99.52) ตามลำดับ ซึ่งต้นทุนผันแปรส่วนใหญ่เป็นค่าลูกพันธุ์ปลาช่อน ค่าอาหารเม็ดสำเร็จรูป ค่าไฟฟ้า ค่าแรงงาน จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การอนุบาลลูกปลาช่อนด้วยอัตราความหนาแน่น 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร มีรายได้ทั้งหมด (7,323 บาทต่อบ่อ) และกำไรสุทธิสูงที่สุด (1,220.19 บาทต่อบ่อ) เป็นระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมกับการลงทุนมากที่สุด โดยมีรายได้ทั้งหมดสูงกว่าอัตราความหนาแน่น 500 1,000, และ 2,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 1233.00, 2,544.00, 4,545.50 บาทต่อบ่อ ตามลำดับ และมีกำไรสุทธิที่สูงกว่าทุกชุดการทดลอง เท่ากับ -125.94, 239.67 และ 758.19 บาทต่อบ่อ จึงสรุปได้ว่า การอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ ที่อัตราความหนาแน่น 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เป็นระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมกับการลงทุนมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองศึกษาครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ในการส่งเสริมการอนุบาลลูกปลาช่อนในบ่อซีเมนต์ให้เกษตรกรผู้ที่สนใจ เพื่อเป็นเพิ่มศักยภาพในการผลิตลูกพันธุ์ปลาช่อน และสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรอีกช่องทางหนึ่ง ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาช่อนมีความต้องการลูกปลาช่อนขนาด 5 เซนติเมตรขึ้นไปมากขึ้น เนื่องจากสามารถนำไปเลี้ยงต่อในบ่อดินหรือในกระชังได้ผลดีมากกว่าการปล่อยปลาขนาด 2-3 เซนติเมตร จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ควรมีการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำเนื่องจากมีการใช้น้ำบาดาล แต่อย่างไรก็ตามยังมีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการอนุบาลลูกปลาช่อน อีกหลายปัจจัย เช่น

1. ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับอัตราไหลของน้ำที่เหมาะสม หรือรูปแบบและวิธีการใช้ระบบน้ำหมุนเวียนทดแทนการอนุบาลแบบน้ำไหลผ่าน เพื่อลดการรบกวนลูกปลาและเปลี่ยนถ่ายน้ำ สำหรับการอนุบาลลูกปลาช่อน เพื่อเป็นทางเลือกให้เกษตรกรที่สามารถอนุบาลลูกปลาช่อนได้
2. ควรศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่แตกต่างกัน เช่น ความลึกน้ำ การไหลของน้ำระหว่างการอนุบาล คุณภาพน้ำ อัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำ การให้อากาศ ชนิดและปริมาณอาหารที่ใช้ในการอนุบาล เป็นต้นที่มีผลต่อการตอบสนองด้านการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และอัตราการไหลของน้ำที่เหมาะสม
3. ควรศึกษาประเมินค่า Carrying Capacity ของรูปแบบบ่อซีเมนต์หรือภาชนะที่เลี้ยงต่างๆ ในแต่ละสภาพปัจจัยสิ่งแวดล้อมเพื่อประเมินความเหมาะสมและการคุ้มค่าในการอนุบาลลูกปลาช่อนเชิงพาณิชย์ เช่น เพิ่มอัตราความหนาแน่นและอัตราการไหลของน้ำ
4. ควรศึกษาชนิดและอาหารสมทบที่ผลิตเองได้ในฟาร์มเกษตรกรเองในปริมาณที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาช่อน เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตและลดต้นทุนในการอนุบาลลูกปลาช่อน
5. ควรศึกษาเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต อัตราแลกเนื้อ และผลผลิต ในการอนุบาลลูกพันธุ์ปลาช่อนจากแหล่งที่มาต่างกัน เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการคัดเลือกสายพันธุ์ปลาช่อนที่มีความเหมาะสมในพื้นที่ สำหรับใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ผลิตลูกปลาช่อนเพื่อจำหน่ายให้เกษตรกรในการเพาะเลี้ยงอย่างยั่งยืนต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการพิจารณาเอกสารวิชาการของกองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ให้คำปรึกษาและแนะแนวทางการศึกษา ผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำให้ความอนุเคราะห์ตรวจวิเคราะห์คุณภาพอาหาร ผู้อำนวยการของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดพระนครศรีอยุธยา ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดลพบุรี และผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสระบุรี ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ห้องปฏิบัติการ เครื่องมือ และสารเคมีในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ อีกทั้ง ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ขอศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดสิงห์บุรีที่ร่วมกันดำเนินงานโครงการให้สำเร็จ และศูนย์ฯ ทั้ง 3 ศูนย์ข้างต้น ที่ให้ความอนุเคราะห์ความรู้และช่วยเหลือเพื่อให้การศึกษาครั้งนี้ประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2559. ประกาศกรมประมง เรื่อง กำหนดราคาจำหน่ายพันธุ์สัตว์น้ำ. 31 สิงหาคม 2559.

กรมประมง. 2559. ประกาศกรมประมง เรื่อง กำหนดราคาจำหน่ายพันธุ์สัตว์น้ำ. 7 สิงหาคม 2561.

กลุ่มสถิติการประมง. 2564ก. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2562. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2564. กองนโยบายและแผนพัฒนาการประมง กรมประมง. พฤษภาคม 2564.

กลุ่มสถิติการประมง. 2564ข. สถิติผลผลิตการเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ประจำปี พ.ศ. 2562. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2564. กองนโยบายและแผนพัฒนาการประมง กรมประมง. มีนาคม 2564.

กองควบคุมการค้าสัตว์น้ำและปัจจัยการผลิต. 2563. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกปลาน้ำจืด 10 อันดับสูงสุด ปี พ.ศ. 2562. แหล่งที่มา: https://www4.fisheries.go.th/local/index.php/ main/view_blog/ 163/66718. 29 พฤศจิกายน 2563.

จรัญ จันทนลักขณา. 2534. สถิติวิธีวิเคราะห์และการวางแผนการวิจัย. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช. กรุงเทพมหานคร. 468 หน้า

จริยา ปลัดอิ่ม และ อำไพพรรณ ไกรสุรสีห์. 2551. ผลการให้อาหารและความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดในการอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 37/2551. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดจังหวัดพัทลุง, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. 26 หน้า.

จินตนา ยั่งยืน และเกียรติคุณ เจริญสวรรค์. 2547. การอนุบาลปลาแกงในบ่อซีเมนต์ที่ความหนาแน่นต่างระดับ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 42/2547. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 16 หน้า.

ณพัชร สงวนงาม และ บุญส่ง ศรีเจริญธรรม. 2553ก. ผลของขนาดถังอนุบาลและอัตราปล่อยที่แตกต่างกันต่อการอนุบาลลูกปลาช่อน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 12/2553. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 57 หน้า.

ณพัชร สงวนงาม และ บุญส่ง ศรีเจริญธรรม. 2553ข. ผลของอัตราปล่อยและระดับความลึกที่แตกต่างกันต่อการอนุบาลลูกปลาช่อนให้ได้ขนาด 5-7 เซนติเมตร. เอกสารวิชาการฉบับที่ 20/2553. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 54 หน้า.

ธีระชัย พงศ์จรรยากุล, นเรศ นาเมืองรักษ์, พิน ทรงอาษา และ ชูศักดิ์ จงงาม. 2553. การเลี้ยงปลาเทโพด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีโปรตีนต่ำสลับกับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 26/2553. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 23 หน้า.

บุษกร บำรุงธรรม และอมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล. 2543. อาหารปลาสวยงาม. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 1/2543. สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและแสดงพันธุ์สัตว์น้ำ. 77 หน้า.

ประกาศคณะกรรมการค่าจ้าง เรื่อง อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ (ฉบับที่ 9). 2561. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 135 ตอนพิเศษ 63 ง ลงวันที่ 19 มีนาคม 2561.

ปรียาวรรณ ภวมัย. 2538. การผลิตและการตลาดปลาน้ำจืดที่สำคัญของไทย. กลุ่มงานวิจัยสินค้าเกษตรกรรมที่ 2. เอกสารเศรษฐกิจการเกษตรที่ 3/2538. กองวิจัยและเศราฐกิจการเกษตร. 85 หน้า.

เมฆ บุญพราหมณ์. 2522. การเลี้ยงปลา. ภาควิชาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 158 หน้า.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง , กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 115 หน้า.

ยงยุทธ ทักษิญ และวิศณุพร รัตนตรัยวงศ์. 2538. การอนุบาลลูกปลากดแก้วจากขนาด 1 นิ้ว เป็น 2 นิ้ว และ 3 นิ้ว. เอกสารวิชาการฉบับที่ 29/2538. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 26 หน้า.

วินัย จั่นทับทิม, ประเสริฐ สิงห์สุวรรณ, วรรณา ถวิลวรรณ์, พิเชต พลายเพชร, พลพิพัฒน์ พิมพาลัย และ ปิยพจน์ เบราวะนะกุล. 2559. รายงานการวิจัยและพัฒนาการเกษตรฉบับสมบูรณ์ การวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลาช่อน. สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). 115 หน้า.

ศราวุธ เจะโส๊ะ, จิตต์กร เรืองกูล และ อุไรวรรณ สัมพันธารักษ์. 2547. ผลของความหนาแน่นและอัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำต่อการเจริญเติบโตและการอนุบาลลูกปลาหมอ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 5/2547. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดจังหวัดปัตตานี, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. 15 หน้า.

สง่า ลีสง่า, นภดล จินดาพันธุ์ และจรีภรณ์ ศรียศ. 2543. การเลี้ยงปลาจีดในบ่อคอนกรีตที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 8/2543. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 15 หน้า.

สมศักดิ์ เพรียบพร้อม. 2530. หลักและวิธีการจัดการธุรกิจฟาร์ม. โอ.เอส. พริ้นติ้งเฮ้าส์, กรุงเทพมหานคร. 240 หน้า. อ้างถึงใน วิระวรรณ ระยัน และ ศิราณี งอยจันทร์ศรี. 2550. การเลี้ยงปลาสายยูในกระชังด้วยความหนาแน่นต่างกันในแม่น้ำโขง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 27/2550. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. หน้า 6-7.

สมศักดิ์ รุ่งทองใบสุรีย์, จินตนา ดำรงไตรภพ และบุญเลิศ ลบถม. 2539. การอนุบาลลูกปลาดุกบิ๊กอุยจากขนาด 1 นิ้ว เป็น 3 นิ้ว. เอกสารวิชาการฉบับที่ 20/2539. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 18 หน้า.

สุจิตรา สรสิทธิ์ และสุทัศน์ เผือกจีน. 2548. การเลี้ยงปลาชะโดในกระชังด้วยอัตราปล่อยต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 48/2548. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 16 หน้า.

อนันต์ สี่หิรัญวงศ์ และ เจริญไชย ศรีสุวรรณ์. 2544. การอนุบาลปลาหมอไทยในถังไฟเบอร์กลาสด้วยอัตราปล่อยที่ต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 18/2544. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 24 หน้า.

อรวรรณ ศรีโสมพันธ์. 2558. ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง: การวิจัยเชิงปริมาณ. โครงการฝึกอบรม “สร้างนักวิจัยรุ่นใหม่” (ลูกไก่). 1-2 ธันวาคม 2558. 38 หน้า.

อาคม ชุ่มธิ, พงษ์พันธ์ สุนทรวิภาต และสมรรถชัย ทองคำชุม. 2554. การเลี้ยงปลาช่อนงูเห่า (*Channa marulius* Hamilton, 1822) ในกระชังด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 11/2554. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 26 หน้า.

Boyd, C. E. 1990. Water quality in pond for aquaculture. Alabama agricultural experiment station, Auburn University, USA. 482 p.

Hepher, B. 1967. Some Biological Aspects of Warm-Water Fish Pond Management. In: Shelly. D. Gerking, D. (ed.). The Biological Basis of Freshwater Fish. Blackwell Scientific Publication, Oxford and Edinburgh, UK. pp. 412-428

Hepher, B. and Y. Pruginin. 1981. Commercial Fish Farming: with Special Reference to Fish Culture in Israel. John Wiley&Sons. New York., U.S.A. 261 pp.

Kay, R. D. 1986. Farm Management: Planning, Control and Implementation. McGraw Hill Book Co., Singapore. 401 pp. Quoted in Wirawan Rayan and Siranee Ngoichansri. 2007. Cage Culture of Snail Eater Pangasius (*Pangasius conchophilus* Roberts & Vidthayanon, 1991) at Different Stocking Densities in Mekong River. Technical Paper No. 27/2007. Inland Fisheries Research and Development Bureau, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives. pp. 6-7.

Qin, J., A. W. Fast and A. T. Kai. 1997. Tolerance of snakehead *Channa striatus* to ammonia at different pH. Journal of the World Aquaculture Society. 28 : 87-90.

Singh, B. R., S. Prasad and A. P. Mishra. 1986. Oxygen uptake through water during early life in *Channa striatus* (Bloch). Polskie Archiwum Hydrobiologii 33(1) : 97-104.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 องค์ประกอบทางเคมี (Chemical composition) ของอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน

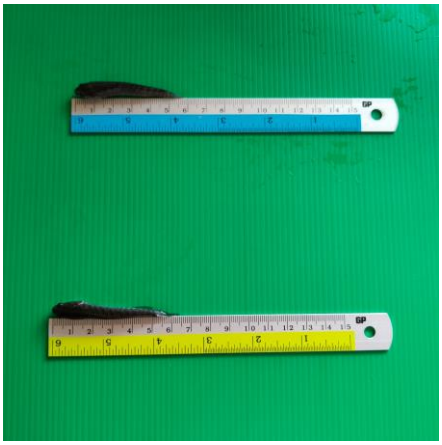
อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดจิ๋วที่มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 40%	สภาพตัวอย่าง	ลักษณะตัวอย่าง	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	กาก (%)	เถ้า (%)
	ปกติ	เม็ดลอย	8.80	41.73	5.86	1.06	16.02

ที่มา: กองวิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำ, 2562.

ภาพผนวกที่ 1 แสดงลูกปลาช่อนที่เริ่มใช้ในการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน

ภาพผนวกที่ 2 แสดงการปล่อยลูกปลาช่อนในการอนุบาลลูกปลาช่อนจากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน

ภาพผนวกที่ 3 แสดงการทำความสะอาดบ่ออนุบาลและการป้องกันการหลุดรอดของลูกปลาช่อนระหว่างการเปลี่ยนถ่ายน้ำระหว่างการอนุบาลลูกปลาช่อน จากขนาด 3 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 5 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน


ก

ข

ค

ง

ภาพผนวกที่ 4 แสดงผลผลิตลูกปลาช่อนที่อนุบาลเป็นระยะเวลา 15 วัน ในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่น 500 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (ก), 1,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (ข), 2,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (ค) และ 3,000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (ง)

ก

ข

ภาพผนวกที่ 5 แสดงการคัดขนาดลูกปลาช่อนก่อนอนุบาลลูกปลาช่อน (ก) และหลังอนุบาลลูกปลาช่อน (ข)